Ueber das

Ritter-Rollett'sche Phaenomen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

von

Dr. P. Grützner

o. ö. Professor der Physiologie

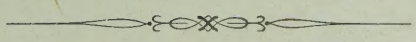
der medicinischen Facultät in Tübingen

vorgelegt

von

Hermann Osswald

approb. Arzt aus Arnstadt.



Tübingen 1891.

Ueber das

Ritter-Rollett'sche Phaenomen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium

von

Dr. P. Grützner

o. ö. Professor der Physiologie

der medicinischen Facultät in Tübingen

vorgelegt

von

Hermann Osswald

approb. Arzt aus Arnstadt.

Tübingen 1891.

Seinen lieben Eltern

zur silbernen Hochzeit

der Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550015_0107

Im Anfang unseres Jahrhunderts beobachtete Ritter[1]) eine merkwürdige Erscheinung bei indirekter galvanischer Reizung des Froschschenkels. Er fand, dass eine Verschiedenheit in der Erregbarkeit der Beuge- und Streckmuskeln vorhanden sei; die ersteren seien leichter erregbar und stürben früher ab, die letzteren antworteten erst auf stärkere Reize, hielten aber auch um so länger aus. Er nahm deshalb „eine beschränkte, bedingte, endliche" Erregbarkeit, die der Beuger, und „eine unbeschränkte, unbedingte, unendliche", die der Strecker, an.

Diesen Angaben Ritter's wurde zunächst von Pfaff[2]) widersprochen, welcher die Regelmässigkeit der Ritter'schen Erscheinung anzweifelte.

Später ist dann Du Bois-Reymond in seinem Werke

---

1) J. W. Ritter, Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus etc. 2. Band, 3., 4. und letztes Stück „Darstellung des Gegensatzes zwischen Flexoren und Extensoren und ihren Erregbarkeiten, wie ihn galvanische Versuche ergeben und Reduction derselben auf einen andern, neuen, überall verbreiteten Gegensatz." Jena 1805.

2) Pfaff, Scheel, Rudolphi, Nordisches Archiv für Naturkunde etc. 1805, Band IV, Stück 3, No. XII, pag. 3 und Gehler's Physikalisches Wörterbuch Band IV, Abth. 2, 1828 pag. 720. — Es lassen übrigens Pfaff's Worte auf pag. 722 des letzten Werkes: „Darin stimmen meine Erfahrungen mit denen jenes Gelehrten überein, dass die Einwirkung des galvanischen Reizes auf die Flexoren nur auf der ersten, höchsten Stufe der Reizbarkeit stattfindet, dass diese gewöhnlich schnell verschwindet und die Reizbarkeit der Extensoren nach sehr kurzer Zeit das Uebergewicht erhält" keinen Zweifel darüber obwalten, dass er das von Ritter beobachtete Phaenomen wirklich gesehen.

„Ueber thierische Electricität“[1]) des Näheren auf die Arbeiten Ritter's und auch auf dessen Angaben über die uns interessirende Erscheinung eingegangen. Er hält die Ritter'schen Lehren für sehr unwahrscheinlich und meint, man solle sie so lange für beseitigt ansehen, bis erneute, unzweideutige Untersuchungen darüber angestellt seien.

Dieser Aufgabe hat sich im Jahre 1874 Rollett[2]) unterzogen, welcher die Ritter'schen Beobachtungen wieder der Vergessenheit entriss und sie durch zahlreiche, einwandsfreie Versuche bestätigte. Später hat dann Frl. Völklin[3]) im Hermann'schen Laboratorium gefunden, dass der gleiche Unterschied in der Erregbarkeit der Beuger und Strecker auch beim Kaninchen vorhanden ist, wovon ich mich durch eigene Versuche überzeugen konnte.

Um unsere Erscheinung hervorzurufen, wurde bisher nur die elektrische Reizung, sowohl der galvanische (Ritter), als auch der Inductionsstrom (Rollett), angewendet. Ich habe versucht, auch mittelst anderer, zunächst chemischer Nervenreizmittel das Ritter-Rollett'sche Phaenomen hervorzurufen, was mir gelungen ist. Es sind, soweit mir bekannt geworden ist, derartige Versuche nur von Grützner[4]) früher kurz erwähnt worden.

Als Versuchsobjekte benutzte ich bei der Mehrzahl der Versuche kräftige Wiesenfrösche (Rana temporaria), die theils im Institut überwintert hatten, theils frisch eingefangen waren, dann auch Kröten (Bufo vulgaris). Bei letzteren ist der Unterschied in der Erregbarkeit der Beuger und Strecker überaus deutlich vorhanden. — Später wurden noch eine Anzahl Versuche mit grünen Fröschen (Rana esculenta), die mir anfangs nicht zu Gebote standen, angestellt. Meine Versuche wurden vom März bis Mai dieses Jahres im hiesigen physiologischen Institut unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Grützner ausgeführt, dem ich für die Anregung zu

---

1) Du Bois-Reymond: Untersuchungen über thierische Electricität Band I, Berlin 1848, pag. 317 etc.

2) Rollett, Sitzungsberichte d. Wien. Acad. math.-naturw. Classe, Abth. 3, Band 70 pag. 7, Band 71 pag. 33, Band 72 pag. 349, 1874—76.

3) Hermann's Handbuch Band I, 1 pag. 113.

4) Zur Physiologie u. Histologie der Skelettmuskeln. Bresl. ärztl. Zeitschrift 1883, No. 24 pag. 257.

dieser Arbeit und für seine freundliche Unterstützung bei derselben auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche.

Chemische Reize[1]).

Nachdem der Frosch (resp. die Kröte) getödtet und enthäutet, wurde der Ischiadicus bis zur Kniekehle freigelegt, der Oberschenkel von den Muskeln befreit und hoch oben amputirt, der Nerv so rein als möglich präparirt und der Plexus dicht an der Wirbelsäule unterbunden und oberhalb der Ligatur abgeschnitten. Der auf diese Weise hergerichtete Unterschenkel wurde am Knochenstumpf des Femur in einer Klemme befestigt und in einem mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllten Glaskasten mit ebenen Wänden aufgehängt, durch dessen Wände eine genaue Beobachtung des Präparats möglich war. Es besitzt die physiologische Kochsalzlösung annähernd das gleiche spezifische Gewicht wie der Froschschenkel. In Folge dessen wird letzterer nahezu schwerlos und es können deshalb schon die geringsten Contractionen der Muskeln eine deutlich sichtbare Wirkung hervorrufen. Es ist deshalb diese seiner Zeit von Grützner[2]) angegebene Methode zu derartigen Untersuchungen, falls es sich um genaue Beobachtungen der Contractionen einzelner Muskeln oder Muskelantheile handelt, sehr zu empfehlen.

Dicht über der Oberfläche des gefüllten Gefässes wurde ein kleines Uhrschälchen angebracht und mit der betreffenden Reizflüssigkeit, welche ebenso wie die 0,6 % Kochsalzlösung stets die Temperatur der Umgebung, circa 18° C. hatte, angefüllt und vom oberen Ende des Nerven eine 1—2 cm lange Strecke hineingelegt. Das nicht in der Reizflüssigkeit befindliche Stück des Nerven schwamm in der 0,6 % Kochsalzlösung bis auf das kleine Endchen, welches von dem Rande des Glasschälchens bis zur Oberfläche des Flüssigkeitsspiegels reichte, wodurch eine Vertrocknung des Nerven ausgeschlossen wurde.

Ich beobachtete, um in Kürze die Erscheinungen, wie sie sich bei einem derartigen Versuche zeigten, zusammenzufassen, folgendes:

1) Verzeichnisse der Litteratur über chemische Nervenreizung siehe in Hermann's Handbuch Band II, pag. 96 und bei Limbourg, Beiträge zur chemischen Nervenreizung etc. Pflüger's Archiv Band 41 pag. 324.

2) Pflüger's Archiv Band 41, pag. 278.

Nach dem Einlegen des Nerven in die Reizflüssigkeit beginnen nach kürzerer oder längerer Zeit, die von der Art und Concentration des Reizmittels und auch von der Art des Versuchsthieres (bei der Kröte nach längerer Zeit als beim Frosch) abhängt, Zuckungen in den Zehen und zwar fast konstant in den Extensoren der Zehen und den dorsalen Zwischenknochenmuskeln, bisweilen auch in den Zehenflexoren oder in beiden gleichzeitig, aber viel seltener. — Kurze Zeit darauf fangen die Motoren des Fusses nach vor- und aufwärts, (die den grossen, stumpfen Winkel, welchen der herabhängende Fuss im Fussgelenk bildet, verkleinern,) kurzweg Beuger[1]) genannt, an, in Wirksamkeit zu treten. Nachdem diese eine Weile ganz allein thätig gewesen, (besonders bei der Kröte ist dieses Stadium sehr ausgesprochen), beginnen auch Contractionen der Strecker[2]), namentlich des Gastrocnemius, welche zuerst noch nicht das Uebergewicht haben. Es tritt ein Stadium des Kampfes ein zwischen Beugung und Streckung, welches gewöhnlich bald mit einem völligen Siege der Strecker und einem ausgesprochenen Strecktetanus von längerer Dauer endigt. Wirkt das angewandte Reizmittel sehr schädigend auf den Nerven ein, so kann ein ausgesprochener Tetanus entweder ganz fehlen oder nur von kurzer Dauer sein.

Was die im Anfang auftretenden Beugungen anlangt, so sind diese am ausgesprochensten bei der Kröte. Es tritt bei letzteren eine U-förmige Dorsalflexion ein, wie man sie beim Frosch in der Regel nur bei Reizung des Ischiadicus nach Durchschneidung des Nervus tibialis beobachtet und wie sie Rollett[3]) in seiner Abhandlung abbildet.

Als Reizmittel wurden die verschiedensten angewandt, bei der Mehrzahl der Versuche das Chlornatrium. Es erwiesen sich

1) Es gehören hierzu folgende Muskeln: der M. tibialis ant., M. peroneus, M. flexor tarsi ant. u. post., die M. abductores u. extensores digitorum und die M. interossei dorsales. Sie werden in der Hauptsache versorgt vom Nerv. peroneus.

2) Es gehören hierzu folgende Muskeln: der M. gastrocnemius, der M. tibialis post., der M. extensor tarsi, der M. plantaris, die M. transversi plantae, die M. flexores digitorum, die M. lumbricales, die M. adductores digitorum, die M. interossei plantares. Sie werden vom Nerv. tibialis versorgt. In der Benennung der einzelnen Muskeln richtete ich mich nach Ecker, Anatomie des Frosches, Braunschweig 1864, pag. 119—137.

3) Sitzungsber. d. W. Acad., 3. Abth., Band 70, Heft 6, Taf. I, Fig. 2.

davon Lösungen von 15 : 100 Aq. destill. bis zur Sättigung (36 : 100) als tauglich, um auf das eklatanteste das Ritter-Rollett'sche Phaenomen hervorzurufen. Ich lasse hier einige Versuche folgen:

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen link. Unterschenkel	NaCl 15 : 100	10 Uhr 19 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 27 »	Es beginnen die Zehenextensoren und Interossei dorsales.
		— 29 »	Beugungen.
		— 32 »	Starkes Ueberwiegen der Beuger über schwache Zuckungen im Gastrocnemius, der allmählich die Oberhand gewinnt.
		— 34 »	Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaCl 15 : 100	11 Uhr 10 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 25 »	Interossei dorsales und Zehenextensoren.
		— 15 » 30 Sek.	Kräftige Beugungen.
		— 20 »	Der Gastrocnemius beginnt zu zucken. Kampfstadium.
		— 25 »	Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	NaCl 20 : 100	2 Uhr 51 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 57 »	Schwache Zuckungen im Tibialis anticus, die
		— 58 »	kräftig werden.
		3 Uhr 3 »	Zuckungen der Strecker, die allmählich die Oberhand gewinnen. Ausgesprochener Tetanus in Streckung tritt nicht ein.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaCl 25 : 100	4 Uhr 13 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt
		— 14 »	Zehenmuskeln.
		— 15 »	Beugungen.
		— 16 »	Gastrocnemius. Die Beuger überwiegen bis
		— 19 »	von da ab die Strecker.
		— 22 »	Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	NaCl 30 : 100	9 Uhr 55 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 56 »	Interossei dorsales.
		— 57 »	Kräftige Contractionen der Beuger.
		— 58 »	Strecker. Kampfstadium.
		— 59 » 30 Sek.	Tetanus in Streckung.

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen recht. Untersch.	NaCl gesättigte Lösung	10 Uhr 31 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 32 »	Es beginnen sogleich Beugungen.
		— 33 »	Streckungen.
		— 34 »	Tetanus in Streckung.
Rana esculenta Männchen link. Untersch.	NaCl 30 : 100	9 Uhr 34 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 38 » 30 Sek.	Zehenextensoren und Interossei dorsales.
		— 39 »	Sehr kräftige Beugungen.
		— 42 »	Erste Zuckungen im Gastrocnemius. Kampfstadium.
		— 44 »	Uebergewicht der Strecker. Kein ausgesprochener Strecktetanus.
Bufo vulgaris Männchen recht. Untersch.	NaCl 30 : 100	3 Uhr 56 Min.	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		4 » 11 »	Leise Zuckungen im Tibialis anticus.
		— 13 »	Ausgesprochene Beugungen.
		— 16 »	Strecker. Kampfstadium.
		— 21 »	Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Männchen recht. Untersch.	NaCl 30 : 100	3 Uhr 39 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 49 »	Sehr starke Beugungen, die bis
		— 55 »	anhalten.
		— 56 »	Gastrocnemius. Kampfstadium.
		4 Uhr 1 »	Tetanus in Streckung.

Ferner wurden angewandt das Fluornatrium in gesättigter Lösung (4 : 100 Aq. dest.), das Bromnatrium und Jodnatrium in den verschiedensten Concentrationen. Alle riefen deutlich unsere Erscheinung hervor. Am stärksten schädigend wirkte das Jodnatrium auf den Nerven ein, so dass die Erregbarkeit desselben schon nach kurzer Zeit vernichtet wurde. Ich führe wiederum die Ergebnisse einzelner Versuche an:

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen recht. Untersch.	NaFl gesättigte Lösung	9 Uhr 41 Min. — 46 » — 55 » 10 Uhr — 2 » — 10 »	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Zehenmuskeln. Kräftige Beugungen. Schwache Zuckungen der Strecker. Stärkere Streckungen. Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaFl gesättigte Lösung	10 Uhr 55 Min. 11 » 5 » — 9 » — 12 » — 15 » — 28 »	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Interossei dorsales. Schwache, stärkere Beugungen. Gastrocnemius. Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Weibchen link. Untersch.	NaFl gesättigte Lösung	3 Uhr 46 Min. — 59 » 4 Uhr 4 » — 12 »	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Kräftige Beugungen. Streckungen. Heftiges Kampfstadium. Ausgesprochener Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaBr 10 : 100	10 Uhr 34 Min. — 38 » — 44 » — 45 » 30 Sek. — 52 » — 54 »	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Interossei dorsales u. Zehenextensoren. Beugungen, anfangs schwach, dann stärker. Streckungen. Kampfstadium. Ueberwiegen der Strecker. Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	NaBr 15 : 100	2 Uhr 57 Min. — 58 » — — 30 Sek. 3 Uhr	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Zehenmuskeln. Beugungen. Schwache Contractionen des Gastrocnemius. Kampf. Später Ueberwiegen der Strecker.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaBr 20 : 100	2 Uhr 46 Min. — 47 » — — 30 Sek. — 48 Min. — 57 »	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt. Zehenmuskeln. Die ersten Beugungen. Zuckungen des Gastrocnemius. Ueberwiegen der Beuger. Tetanus in Streckung.

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen link. Untersch.	NaBr 50 : 100	10 Uhr 16 Min.	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 17 »	Zehenextensoren und Interossei dorsales.
		— 21 »	Sehr schöne Beugungen.
		— 24 »	Vereinzelte Contractionen
		— 26 »	des Gastrocnemius. Kampfstadium.
			Ueberwiegen der Strecker.
		— 40 »	Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Weibchen link. Untersch.	NaBr 20 : 100	4 Uhr 21 Min.	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 27 »	Sehr starke Beugungen.
		— 29 »	Schwache,
		— 30 »	stärkere Contractionen des Gastrocnemius. Kampfstadium.
		— 32 »	Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	NaJ 10 : 100	11 Uhr 21 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 43 »	Es beginnen die Beuger,
		— 45 »	die Strecker zu wirken. Kein Tetanus.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	NaJ 20 : 100	10 Uhr 26 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 29 »	Zehenextensoren u. Beuger.
		— 31 »	Streckungen. Kampfstadium. Schliesslich kurz dauernder Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	NaJ 50 : 100	5 Uhr 1 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 3 »	Beugungen.
		— 5 »	Streckungen.
		— 7 »	Aufhören der Zuckungen.
		— 15 »	Nerv im Bereich der eingelegten Strecke elektrisch nicht mehr erregbar.
Rana temp. Weibchen link. Untersch.	NaJ 75 : 100	10 Uhr 55 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— — 10 Sek.	Beugungen.
		— 57 »	Gastrocnemius. Kampf.
		— 58 »	Aufhören der Zuckungen.
		11 Uhr 5 Min.	Der Nerv im Bereich der eingelegten Strecke elektrisch nicht mehr erregbar.

Ferner wurden angewendet Lösungen von Chlor-, Brom- und Jodkalium in verschiedenen Concentrationen. Die beiden letzteren Mittel erregten überhaupt keine Zuckungen; Chlorkalium bewirkte bei schwächeren Lösungen höchstens Contractionen der Zehenmuskeln, meistens traten überhaupt keine Zuckungen ein[1]). Mit gesättigter Lösung erhielt ich einige brauchbare Resultate, wovon ich folgendes Beispiel anführe:

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Männchen link. Untersch.	KCl gesästigte Lösung	12 Uhr 6 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 7 »	Zehenextensoren.
		— 8 »	Beuger.
		— 10 »	Strecker.
		— 14 »	Tetanus in Streckung.

Von Baryumsalzen hatte Baryum nitricum weder beim Frosch noch bei der Kröte Zuckungen zur Folge.

Chlorbaryum bewirkte in gesättigter Lösung verwendet das Ritter-Rollett'sche Phaenomen beim Frosch. Bei der Kröte waren nach 30 Minuten noch keine Zuckungen eingetreten.

Versuchsobjekt.	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen link. Untersch.	$BaCl_2$ gesättigte Lösung	3 Uhr 9 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 14 »	Zehenextensoren und Interossei dorsales.
		— 17 »	Schwache,
		— 19 »	kräftige Beugungen.
		— 21 »	Streckungen.
		— 26 »	Ausgesprochener Tetanus in Streckung.
Rana temp. Männchen recht. Untersch.	$BaCl_2$ gesättigte Lösung	9 Uhr 24 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 27 »	Interossei dorsales.
		— 32 »	Beugungen.
		— 33 »	Streckungen.
		— 40 »	Tetanus in Streckung.

1) Auf die schädigende Wirkung der Kalisalze auf die Nerven hat Grützner auf der Bremer Naturforscherversammlung 1890 (Berichte derselben, Theil II, pag. 177) aufmerksam gemacht.

Von vorzüglicher Wirkung als Nervenreizmittel ist auch das Glycerin. Es wurde unverdünnt und 10 : 1 Aq. dest. angewendet. Die Resultate einiger Versuche sind z. B. folgende:

Versuchsobjekt	Reizmittel	Zeitangaben	Erfolge.
Rana temp. Weibchen recht. Untersch.	Glycerin unverdünnt	10 Uhr 26 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 27 »	Zehenmuskeln. Beugungen.
		— — 30 Sek.	Streckungen. Kampfstadium.
		— 28 Min. 30 »	Tetanus in Streckung.
Rana temp. Weibchen recht. Untersch.	Glycerin 10 : 1 Aq. dest.	11 Uhr 22 Min.	1 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 26 »	Zehenmuskeln.
		— 30 »	Beugungen.
		— 32 »	Streckungen. Kampf.
		— 35 »	Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Weibchen link. Untersch.	Glycerin unverdünnt	10 Uhr 4 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 18 »	Zehenextensoren und Interossei dorsales.
		— 19 »	Starke Beugungen.
		— 20 »	Gastrocnemius. Kampfstadium.
		— 22 »	Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Weibchen link. Untersch.	Glycerin 10 : 1 Aq. dest.	2 Uhr 59 Min.	2 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		3 Uhr 19 Min.	Hochgradige Beugungen, welche bis
		— 23 »	andauern.
		— 24 »	Zuckungen des Gastrocnemius. Kurzer Kampf.
		— 26 »	Tetanus in Streckung.
Bufo vulgaris Männchen link. Untersch.	Glycerin 10 : 1 Aq. dest.	11 Uhr 20 Min.	1,5 cm vom oberen Ende des Ischiadicus eingelegt.
		— 38 »	Interossei dorsales.
		— 40 »	Kräftige Beugungen.
		— 42 »	Schwache Zuckungen des Gastrocnemius, die allmählich zunehmen. Kampf.
		— 50 »	Tetanus in Streckung.

Die Ergebnisse dieser Versuche, von denen ich eine Anzahl in den vorhergehenden Tabellen mitgetheilt habe, zeigen aufs deutlichste, dass auch chemische Agentien als Nervenreizmittel angewandt im Stande sind, am Unterschenkel von Fröschen und Kröten den Nervmuskelapparat der

Beuger früher zu erregen als den der Strecker, also das sog. Ritter-Rollet'sche Phaenomen hervorzurufen.

Da nach der gewöhnlichen Annahme die Wirksamkeit vieler chemischer Nervenreizmittel auf der Wasserentziehung beruht, lag der Gedanke nahe, zu untersuchen, ob sich der Unterschied in der Erregbarkeit der Beuger und Strecker auch bei einfacher Vertrocknung des Nerven zeige. Es gelangen diese Versuche besonders gut bei der Kröte, aber auch bei Fröschen (Rana temporaria und esculenta). Ich stellte die Versuche in folgender Weise an:

Der wie erwähnt präparirte Unterschenkel wird frei in einer Klemme befestigt. Sein Nerv, den man zwischen Filtrirpapier sorgfältig abgetrocknet und mittelst des zu seiner Abbindung an ihm befindlichen Fadens in wagerechter Richtung lose aufgehängt hat, wird dem Vertrocknen überlassen, was bei einigen Versuchen durch ein darunter befindliches Gefäss mit concentrirter Schwefelsäure ein wenig beschleunigt werden konnte. — Das Vertrocknen der Muskeln wurde durch häufiges Beträufeln mit physiologischer Kochsalzlösung verhindert. Ich führe einige derartige Versuche an:

Bufo vulgaris, Weibchen, linker Unterschenkel. Der Nerv wird 9 Uhr 39 Min. abgetrocknet und aufgehängt. 10 Uhr 9 Min. treten sehr deutliche Beugungen auf, welche bis 10 Uhr 12 Min. anhalten. Jetzt beginnt der Tibialis posticus und Plantaris und 10 Uhr 13 Min. der Gastrocnemius. Heftiger Kampf zwischen Beugung und Streckung, der 10 Uhr 17 Min. mit Tetanus in Streckung endet.

Bei der Kröte fielen alle Versuche derartig aus. Bei den männlichen Fröschen zeigte sich das gleiche Verhalten, z. B. bei folgenden Versuchen:

Rana temporaria, Männchen, linker Unterschenkel. Der Nerv wird abgetrocknet und 9 Uhr 43 Min. über concentrirter Schwefelsäure aufgehängt. 9 Uhr 47 Min. beginnen die ersten Zuckungen in den Beugern ohne deutliche Wirkung. 9 Uhr 54 Min. werden die Contractionen der Beuger kräftig, zugleich treten auch solche des Gastrocnemius auf. Die Beuger überwiegen, bis 9 Uhr 55 Min. ausgesprochener Tetanus in Streckung eintritt.

Rana esculenta, Männchen, rechter Unterschenkel. Der Nerv wird 3 Uhr 54 Min. abgetrocknet und aufgehängt. 3 Uhr 56 Min. beginnen bereits deutliche Beugungen. 3 Uhr 58 Min. beginnt auch der Gastrocnemius zu zucken, doch überwiegen noch die Beuger. Von 4 Uhr ab erhalten die Strecker das Uebergewicht. Tetanus.

Bei den weiblichen Fröschen wurden bei derartigen Versuchen deutliche Beugungen nicht beobachtet. Es überwogen sehr früh die Streckungen.

Rana esculenta, Weibchen, rechter Unterschenkel. Der Nerv wird 11 Uhr 35 Min. abgetrocknet und aufgehängt. 11 Uhr 39 Min. bemerkt man fibrilläre Zuckungen der Beuger, welcher aber keine deutlichen Beugungen hervorriefen. Ganz kurze Zeit später beginnen Contractionen des Gastrocnemius, die aber eine völlige Streckung des Schenkels erst 11 Uhr 40 Min. zur Folge haben. 11 Uhr 41 Min. tritt ausgesprochener Tetanus in Streckung ein.

Mechanische Reize[1]).

Meine nächste Aufgabe war, zu versuchen, ob man durch mechanische Nervenreizung das Ritter-Rollett'sche Phaenomen hervorrufen könne. Es kam mir darauf an, die mechanischen Reize sowohl hinsichtlich ihrer Zahl als auch ihrer Stärke möglichst bequem reguliren zu können. Ich bediente mich dazu eines Verfahrens, wie es zuerst Heidenhain 1856 in ähnlicher Weise benutzte. Ich brachte am Anker eines Wagner'schen Hammers mit Helmholtz'scher Modifikation ein kleines Elfenbeinhämmerchen an, welches an der Fläche, mit welcher es aufschlagen sollte, sorgfältig abgerundet war, um Schneidewirkungen zu vermeiden. Dieses Hämmerchen schlug auf eine quadratische elfenbeinerne Platte, welche an einem Stativ befestigt war. In diese Platte war eine Rinne eingeschliffen, weit genug, um den Ischiadicus eines Frosches bequem aufnehmen zu können. Da nun der Hammer so den in der Rinne befindlichen Nerven nicht hätte treffen können, wurde eine zweite 3 mm breite Rinne eingefeilt, welche die erste rechtwinklig schnitt und genau dieselbe Tiefe besass. Es konnten also die Schläge des Hammers auf den Nerven vollkommen einwirken, zugleich wurde dadurch eine Verschiebung des letzteren verhindert.

---

1) Aus der Litteratur erwähne ich: R. Heidenhaim, Physiologische Studien, pag. 132, 1856. — R. Tigerstedt, Studien über mechanische Nervenreizung. Helsingfors 1880. — R. Tigerstedt, Zeitschrift für Instrumentenkunde, Apparat für Nervenreizung, 1884, pag. 77. — Hällstén, Zur Kenntniss der mechanischen Reizung der Nerven, Du Bois' Archiv 1881. — Zederbaum, Nervendehnung und Nervendruck, Du Bois' Archiv 1883. — Efron, Beiträge zur allgemeinen Nervenphysiologie, Pflüger's Archiv, Band 36, 1885.

In den mit der beschriebenen Schlagvorrichtung versehenen Wagner'schen Hammer mit Helmholtz'scher Einrichtung wurde an Stelle der primären Rolle ein Siemens'scher Stöpselrheostat eingeschaltet, der Hammer selbst in Bewegung gesetzt durch ein Daniell-Element von mittlerer Grösse oder 1—2 kleine Grove-Elemente. Indem ich in den Rheostaten verschieden grosse Widerstände einschaltete und zugleich die am Wagner'schen Hammer angebrachte Feder stärker oder schwächer anspannte, konnte ich nach Belieben die Schläge des Hämmerchens aufs genaueste an Zahl und Intensität verändern. Auf diese Weise ist es mir gelungen, das Ritter-Rollett'sche Phaenomen hervorzurufen. Als Versuchsobjekte benutzte ich zunächst Kröten und und dann Wasserfrösche.

Der Unterschenkel wurde genau so wie zu den chemischen Versuchen hergerichtet. Doch wurde er, um leichter mit ihm resp. dem Nerven Ortsveränderungen vornehmen zu können, nicht in physiologischer Kochsalzlösung aufgehängt, aber Nerv und Schenkel häufig mit ihr beträufelt, um Eintrocknung zu vermeiden.

Wurden nun die Schläge des Hämmerchens auf die oben beschriebene Weise möglichst abgeschwächt und wirkten sie dann auf den Nerven ein, so traten sehr deutliche Beugungen auf, die bei allmählicher Verstärkung der Reize mit Streckungen abwechselten; schliesslich überwogen völlig die Strecker und es trat Tetanus in Streckung ein, kurz ganz dasselbe Bild, wie es bei elektrischer und chemischer Nervenreizung sich zeigt.

Es traten die Beugungen, um ein Beispiel anzuführen, an dem rechten Unterschenkel einer weiblichen Rana esculenta auf (bei 1 Daniell-Element) bei einem Widerstand von 3 Siemens und mässig starker Federspannung, wobei der Hammer 8—10 Schläge in der Sekunde auf den Nerven ausübte. — Bei den Kröten konnten stärkere Schläge angewendet werden. Verschiedene Stellen der Nerven ergaben meist das gleiche Resultat, doch brauchten bisweilen die untern, den Muskeln benachbarten Nervenabschnitte stärkere Schläge, damit Zuckungen auftraten, als die oberen (wie auch Efron[1]) gefunden), worauf jedoch näher einzugehen hier nicht der Ort ist.

---

1) Efron, op. cit. pag. 496, vergl. dagegen Tigerstedt, Studien über mech. Nervenreizung p. 55 etc.

Worauf beruht der Unterschied in der Erregbarkeit der Beuger und Strecker?

Nachdem im vorgergehenden Theil dieser Arbeit gezeigt worden, dass die Beuger des Unterschenkels bei Fröschen und Kröten nicht allein elektrischen, sondern auch chemischen und mechanischen Nervenreizen gegenüber leichter und früher erregbar sind, als die Strecker, so dürfte es von Interesse sein, im Folgenden einzugehen auf die mannichfachen Erklärungen, die man seit dem Erscheinen der Rollett'schen Arbeiten für unser Phaenomen zu geben versucht hat.

Rollett selbst meint, dass, „da bei direkter Reizung der Muskeln der Unterschied nicht hervortritt, die Erklärung der Erscheinung im Nerven zu suchen ist“[1]).

Im Gegensatz zu ihm hat Bour[2]) in seiner unter Fick's Leitung verfassten Dissertation sich bemüht, unsre Erscheinung einfach so zu erklären, dass bei hängender, also nahezu gestreckter Lage des Froschschenkels Beugung leichter sichtbar sei als Streckung. Man beobachtet aber unsre Erscheinung durchaus nicht blos bei hängender Lage des Froschschenkels, und Rollett konnte mittelst seines Antagonistographen nachweisen, dass bei Erregung vom Nerven aus die Beuger auf schwächere Reize grössere Arbeit leisten als die Strecker[3]). Ferner weisen nicht blos Beuger und Strecker des Unterschenkels Verschiedenheiten in der Erregbarkeit auf, sondern am Oberschenkel ist z. B. die Vastusgruppe viel erregbarer als die Bicepsgruppe, wie Frl. Neumann[4]) gefunden und wovon man sich leicht überzeugen kann. Aehnliche Verhältnisse sind auch an der oberen Extremität vorhanden bei Fröschen und Kröten. Es bedingt hier das Geschlecht einen wesentlichen Unterschied. Beim Weibchen tritt bei Reizung des Plexus brachialis mit allmählich stärker werdenden Induktionsströmen zuerst Beugung des Armes und dann Streckung ein. Beim Männchen dagegen zuerst Streckung und dann Beugung, welch'

1) Sitzungsberichte 3. Abth., Band 72, pag. 390.

2) Bour, Ueber die verschiedene Erregbarkeit functionell verschiedener Nervmuskelapparate. Inaug.-Diss. Würzburg 1875.

3) Sitzungsberichte Band 72, pag. 379—386 und pag. 389.

4) Ueber toxicologische Verschiedenheiten functionell verschiedener Muskelgruppen. Inaug.-Diss. Bern 1883.

letztere der sehr kräftige Umarmungsmuskel (M. flexor carpi I s. Radialis (Ecker)) bewirkt. Ich fand dies Verhalten konstant bei einer Anzahl von Versuchen, die ich anstellte, und Herr Prof. Grützner theilte mir mit, dass er früher bei den gleichen Versuchen dieselben Resultate, die ich mitgetheilt, erhalten habe.

Ferner hat man an ganz andern Nervmuskelapparaten analoge Verhältnisse beobachtet.

So haben Richet[1]) und Luchsinger[2]) gefunden, dass die Krebsscheere bei schwachen Reizen sich öffnet, bei starken schliesst, und Grützner[3]) fand, dass bei Reizung des Vagus mit schwachen Strömen sich wesentlich die Verengerer der Stimmritze, bei starker Reizung regelmässig die Erweiterer derselben kontrahiren, und dass auch die vom Facialis versorgten Muskelgruppen Verschiedenheiten zeigen.

H. Munk[4]) hat versucht, dadurch unsere Erscheinung zu erklären, dass die einzelnen Nervenfasern ungleiche Stromzweige erhielten. Doch ist diese Erklärung desshalb nicht zulässig, weil man die Lage des Nerven zu den Elektroden beliebig verändern und auch ringförmige Elektroden benutzen kann[5]), ohne irgendwie abweichende Resultate zu bekommen.

Hermann[6]) sagt: „Die Erscheinung tritt nur bei indirekter Reizung ein, muss also in Verhältnissen der Nervenfaser oder wahrscheinlich ihrer Endigung in den Muskeln begründet sein."

Wedensky[7]) meint, dass „das Wesen des Ritter-Rollett'schen Phaenomens auf dem verschiedenen Verhalten der antagonistischen Muskelgruppen zu der Reizfrequenz beruhe", d. h. dass bei maximalen Strömen mit wenigen Unterbrechungen Beugung, mit zahlreichen Streckung überwiege. Ich möchte dabei darauf hinweisen, dass bei wenigen Unterbrechungen die Reize doch wohl schwächer werden, da eine Summation dann viel weniger stattfinden kann. Es dürfte sich also wohl um ähnliche Verhält-

---

1) Richet, Physiologie générale des muscles et des nerfs. Paris 1882. pag. 274.

2) Luchsinger, Pflüger's Archiv Band 28, pag. 60.

3) Breslauer ärztliche Zeitschrift 1883, pag. 190.

4) Reichert und Du Bois' Archiv 1875, pag. 41.

5) Rollett, Sitzungsberichte Band 72, pag. 386—389.

6) Hermann's Handbuch Band I, 1, pag. 112.

7) Centralblatt für Physiologie Band I, 1888, pag. 272.

nisse handeln wie bei gewöhnlicher Reizung mit schwachen Strömen und zahlreichen Unterbrechungen. Auch nach Wedensky kommt die Erscheinung nur bei indirekter Reizung zu Stande.

Ausser Bour sind alle erwähnten Autoren der Ansicht, dass es sich bei unserer Erscheinung um einen eigenthümlichen Zustand des Nerven resp. seiner Endigung in den Muskeln handle. Diese Annahme hatte auch ihre volle Berechtigung, so lange es nicht gelungen war, bei direkter Reizung der Muskeln unsere Erscheinung hervorzurufen.

Ich glaube dagegen mich dahin aussprechen zu dürfen, dass das Ritter-Rollett'sche Phaenomen beruht auch auf einer physiologischen Verschiedenheit der Muskelgruppen der Beuger und Strecker, wahrscheinlich des gesammten Nerv-Muskelapparates beider. Dass die verschiedene Erregbarkeit in unserem Falle eine Eigenschaft der Muskelsubstanz sei, hat zuerst Grützner[1]) ausgesprochen. Es liegt dieser Gedanke nahe, da wir ja wissen, dass durchaus nicht alle Muskeln gleichwerthig sind (ich erinnere an die rothen und weissen Muskeln des Kaninchen).

Es zeigt auch das Verhalten der Beuger und Strecker mannichfache Unterschiede, die man auf die Muskeln zurückführen muss. Die Beuger ermüden leichter als die Strecker (schon von Ritter beobachtet), sind überhaupt gegen Schädlichkeiten jeder Art viel empfindlicher. Nach Unterbindung der Iliaca auf einer Seite bemerkt man, dass schon nach kurzer Zeit nach dem Abspringen das kranke Bein langsamer angezogen wird als das gesunde, wie Grützner[2]) beobachtete, und wovon ich mich durch eigene Versuche überzeugte. Die Zuckungsgeschwindigkeiten der Flexoren infolge elektrischer Reize sind, ganz normale Erregbarkeitsverhältnisse vorausgesetzt, grösser als die der Extensoren (Grützner)[3]). Ferner ist der Tetanus der Beuger in der Regel „ein diskontinuirlicher, klonischer", der der Strecker „ein kontinuirlicher, tonischer"[4]), wovon ich mich auch überzeugen konnte,

1) Breslauer ärztliche Zeitschrift 1883, pag. 189.

2) Breslauer ärztliche Zeitschrift 1883, pag. 190.

3) Ebenda pag. 189. Waren die Erregbarkeitsverhältnisse nicht mehr normal, so konnte man auch das entgegengesetzte Verhalten beobachten.

4) Ebenda pag. 189.

wenn ich die Ischiadici eines Frosches chemisch reizte, nachdem auf der einen Seite der Nervus tibialis, auf der andern der Nervus peroneus durchschnitten war. Der Tetanus der Beuger zeigte beim Frosche meist das erwähnte Verhalten und war nur von kurzer Dauer. (Bei Kröten wurden derartige Versuche nicht angestellt). Der Tetanus der Strecker war in allen Fällen ein langanhaltender, hochgradig tonischer. Muskelgifte schädigen die Beuger des Unterschenkels und die Vastusgruppe des Oberschenkels eher als die Strecker und die Bicepsgruppe (Neumann)[1]. Eine Betheiligung der Muskeln selbst bei unserer Erscheinung anzunehmen, hätten diese Beobachtungen nicht genügt, da ja bei ihnen allen die Nerven nicht ausgeschaltet waren, wenn es nicht gelungen wäre, auch nach Ausschaltung des Nerven und seiner Endigungen das Ritter-Rollett'sche Phaenomen zu erzeugen. Es ist dies gelungen. Grützner[2]) hat durch Einspritzen von Wasser in die Aorta tief curarisirter Frösche unsere Erscheinung verschiedentlich beobachtet.

Um mit direkter elektrischer Reizung zu demselben Ziele zu gelangen, musste vor allen Dingen für ein ganz gleichmässiges Durchströmen des Schenkels mit dem elektrischen Strome gesorgt werden, was weder bei direkter Application der Electroden an die einzelnen Muskeln, noch bei Durchströmen des ganzen Schenkel, wenn man oben die eine, an den Zehen die andere Electrode anbringt, infolge der verschieden grossen Querschnitte des Schenkels der Fall ist. Ich bediente mich, um diesen Zweck zu erreichen, auf Vorschlag des Herrn Prof. Grützner des folgenden empfehlenswerthen Verfahrens: Ein kleines Kästchen aus Hartgummi von geringer Tiefe und solcher Grösse, dass der Unterschenkel eines Frosches (resp. einer Kröte) frei darin sich nach allen Richtungen bewegen konnte, wurde mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt, und in dasselbe der Strom eines kleinen Duchenne'schen Inductionsapparates, welchen 2 (resp. 1) Grove-Elemente versorgten, mittelst breiter unpolarisirbarer Elektroden geleitet. In dieses elektrische Bad wurde der von der Haut befreite Unterschenkel einer tief curarisirten Kröte (bei elektrischer Reizung des Ischiadicus konnte nicht die geringste Zuckung mehr

1) Op. cit. pag. 32 etc.

2) Breslauer ärztliche Zeitschrift 1883, pag. 257.

hervorgerufen werden) hineingelegt. Es trat, so lange die Messinghülse die Eisenstäbe des Apparates noch ganz umhüllte, eine sehr starke andauernde Beugung ein, welche allmählich beim Herausziehen der Messinghülse und der dadurch bedingten Stromverstärkung in Streckung überging. Am schönsten zeigte sich, wie bei indirekter Reizung so auch hier, das Phaenomen bei der Kröte, doch gelang auch beim Frosch der Nachweis desselben deutlich. Es genügte hier schon der Strom eines Grove-Elementes. Die Versuche, die auf diese Weise angestellt wurden, gelangen ausnahmslos aufs beste.

Nach diesen Ergebnissen der direkten Reizung kann kein Zweifel darüber obwalten, dass bei unserer Erscheinung physiologisch verschiedene Muskelgruppen mit betheiligt sind, die der Beuger, welche schon auf schwächere, die der Strecker, welche erst auf stärkere Reize reagiren. Das gleiche wird der Fall sein bei der Krebsscheere, den Verengerern und Erweiterern der Glottis und bei den vom Facialis versorgten Muskeln.

Was die Betheiligung der diese Muskeln versorgenden Nervenapparate anlangt, so ist es wahrscheinlich, dass auch sie Verschiedenheiten in der Erregbarkeit aufweisen. Es wäre natürlich, dass die durch ihre Empfindlichkeit ausgezeichneten Beuger auch durch empfindlichere Nervenbahnen und Endapparate die Impulse zu ihrem Wirken erhielten. Einen Anhaltspunkt hierfür, wenigstens für Nervenendigungen, bietet der Umstand, dass bei Fröschen durch Vergiftung mit Curare, welches die Endapparate lähmt, ebenfalls eher die den Beugern analoge Vastusgruppe auf Nervenreize zu antworten aufhört als die den Streckern entsprechende Bicepsgruppe (wie Frl. Neumann gefunden hat[1]). Ich selbst habe auch Versuche mit Curare angestellt und fand, dass die Frösche schon nach verhältnissmässig kurzer Zeit (je nach der Stärke der verwendeten Dosis) nicht mehr im Stande waren, die Unterschenkel so vollkommen an sich zu ziehen, wie es gesunde thun, wenn man z. B. die Zehen mit verdünnter Essigsäure betupft. Es geschieht dies vielmehr zitternd und unvollständig. Dabei ist der Frosch noch wohl fähig zu springen, sogar noch recht weit, wenn auch etwas ungeschickt. Tödtet

1) Op. cit. pag. 31.

man jetzt den Frosch und reizt schnell die Ischiadici, so kann man, wenn überhaupt noch Erregbarkeit auf elektrische Reize vorhanden, — was häufig nicht der Fall ist, trotzdem die vom Grosshirn ausgehenden Willensimpulse noch wirksam waren — nur noch Streckungen, keine Spur von Beugungen hervorrufen. Es zeigen also auch die Beuger und Strecker das gleiche Verhalten wie die Vastus- und Bicepsgruppe.

Der Gedanke liegt hier nahe, auch den anatomischen Bau der Beuge- und Streckmuskeln näher zu untersuchen, namentlich auf ihren Gehalt an dünnen und dicken Fasern. Die dicken Fasern sind die schnellen, leichter erregbaren, die dünnen die langsamen, ausdauernden, aber schwerer erregbaren, wie Bonhöffer unter Grützner's Leitung gefunden hat[1]). Er sah bei Zählungen, dass beim Vastus des Frosches die dicken Fasern vorherrschen, beim Biceps dagegen dünne und dicke Fasern in nahezu gleichem Verhältniss vertreten waren[2]), was unserer Voraussetzung entsprechen würde. Für Beuger und Strecker des Unterschenkels existiren derartige Zählungen noch nicht. G. Schwalbe und Reitaro Mayeda[3]) haben eingehende und sorgfältige Untersuchungen über die Kaliberverhältnisse der Muskelfasern der verschiedensten Thiere und des Menschen angestellt. In der Arbeit des letzteren (pag. 138) heisst es: „Es liegt nahe, daran zu denken, dass auch die Beuger und Strecker der Extremitäten eine verschiedene Kalibercurve aufweisen möchten. Ich habe jedoch in den vorliegenden Beobachtungen keinen genügenden Anhalt gefunden.“ Jedenfalls sind die Untersuchungen über die Frage, ob nicht doch anatomische Verschiedenheiten der Beuge- und Streckmuskeln vorhanden sind, noch nicht abgeschlossen.

Es hat sich also, um zum Schluss eine kurze Zusammenstellung zu geben, bei meinen Versuchen folgendes herausgestellt:

---

1) Ueber physiolog. Eigenschaften dünn- und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien. Pflüger's Archiv Band 47.

2) Op. cit. pag. 129.

3) Reitaro Mayeda, Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschrift für Biologie Band 27, pag. 119. G. Schwalbe und Reitaro Mayeda, Ueber die Kaliberverhältnisse der quergestreiften Muskelfasern des Menschen. Desgl. pag. 482.

I. Das Ritter-Rollett'sche Phaenomen ist sowohl beim Frosch (Rana temporaria und esculenta) als auch bei der Kröte (Bufo vulgaris) nicht allein durch elektrische, sondern auch chemische und mechanische Reizung des Nerven deutlich hervorzurufen.

II. Da es gelungen ist, das Ritter-Rollett'sche Phaenomen sowohl mittelst chemischer als elektrischer **direkter** Muskelreizung hervorzurufen, so ist dieses Phaenomen keineswegs ausschliesslich auf verschiedene Erregbarkeitsverhältnisse der Nervenfasern oder ihrer Endigungen zurückzuführen, sondern beruht auch auf der physiologischen Verschiedenheit der Muskelgruppen der Beuger und Strecker. Es handelt sich also mit grösster Wahrscheinlichkeit um eine physiologische Verschiedenheit der gesammten betreffenden Nerv-Muskel-Apparate.